



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 60 690 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 02 B 37/007
F 02 B 37/12
F 02 B 29/04
F 02 C 6/12

⑳ Aktenzeichen: 100 60 690.3
㉒ Anmeldetag: 7. 12. 2000
④③ Offenlegungstag: 13. 6. 2002

㉑ **Anmelder:**
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

㉒ **Erfinder:**
Huter, Jürgen, Dipl.-Ing., 71554 Weissach, DE;
Weber, Siegfried, Dipl.-Ing., 70619 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ **Geregelte 2-stufige Aufladung am V-Motor**
- ⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere mit V-förmig angeordneten Zylinderreihen, mit zumindest zwei parallel wirkenden Abgasturboladern jeweils mit Turbine und Verdichter, wobei eine Turbine eines dritten Abgasturboladers stromab der Turbine der beiden Abgasturbolader angeordnet ist, und wobei der dritte Abgasturbolader größer ausgeführt ist als die beiden Abgasturbolader und die beiden Abgasturbolader gemeinsam und der dritte Abgasturbolader jeweils bestimmten unterschiedlichen Lastbereichen zugeordnet sind.

DE 100 60 690 A 1

DE 100 60 690 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bei Brennkraftmaschinen mit zwei V-förmig angeordneten Zylinderreihen, die mittels Abgasturbolader (ATL) aufgeladen werden, ist es bekannt jeweils einen ATL für jede Zylinderreihe vorzusehen. Dies bietet den großen Vorteil, daß die Turbinen der ATL nahe an die Zylinderköpfe angebaut sind, so daß nur kurze Auspuffkrümmer zwischen Zylinderkopf und Turbine benötigt werden. Kurze Auspuffkrümmer nehmen weniger Wärme auf beziehungsweise geben in aufgeheiztem Zustand weniger Wärme ab, was für die Funktion des Katalysators von Vorteil ist.

[0003] Eine Anordnung von zwei ATL bei einer Brennkraftmaschine mit zwei V-förmig angeordneten Zylinderreihen ist in DE 195 47 994 A1 beschrieben. Bei dieser Anordnung werden die beiden ATL parallel betrieben, das heißt jede Zylinderreihe versorgt eine Turbine eines ATL, der wiederum eine Zylinderreihe mit Frischluft versorgt.

[0004] Bei kleinen ATL ist eine zylinderkopfnahen Anordnung im seitlichen Bereich des Motors möglich und erstrebenswert. Bei großen ATL ist eine seitliche Anordnung im Kraftfahrzeug aus Platzgründen nicht möglich.

[0005] Bei einer zylinderkopfnahen Anordnung von zwei ATL an der Außenseite der Motorkontur ist bei der Auslegung der ATL-Größe ein Kompromiss einzugehen, zwischen einerseits einer kleinen Auslegung, die dem Ansprechen bei niedriger Drehzahl förderlich ist und eine gute Einbaubarkeit bietet und andererseits einer großen Auslegung, die eine gute Aufladung bei Vollast und hohen Drehzahlen ermöglicht.

[0006] In der DE 40 16 214 C1 ist eine Anordnung mit drei ATL an einer Brennkraftmaschine gezeigt, bei der ein erster ATL immer mit Abgas beaufschlagt wird, und ein oder zwei weitere ATL zuschaltbar sind.

[0007] Bei dieser Ausführung sind die einzelnen Abgasleitungen zusammengeführt zu einem einzigen ATL, was mit langen Leitungslängen und den daraus folgenden Nachteilen verbunden ist.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für eine Brennkraftmaschine eine Vorrichtung zum Aufladen des Motors mittels Abgasturbolader zu finden, die nur kurze Leitungswege zu den ATL aufweist, die ein gutes Aufladeergebnis bei niedrigen Drehzahlen und bei hohen Drehzahlen ebenfalls ein gutes Aufladeergebnis bietet, ohne im oberen Drehzahlbereich mittels eines Abblaseventils (waste-gate) abzuregeln.

[0009] Zur Lösung der Aufgabe dienen die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale.

[0010] Eine vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung ist den weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

[0011] Bei einer Brennkraftmaschine mit zwei Zylinderreihen, die V-förmig angeordnet und mit Abgasturboladern versehen sind, ist auf der Außenseite jeder Zylinderreihe jeweils ein relativ kleiner ATL nahe am Zylinderkopf angebracht. Wenn die ATL klein sind, weisen sie ein geringes Massenträgheitsmoment ihrer Drehmassen auf, und sprechen schnell auf Änderungen des Massenstromes an. Ebenso heizen sich kleine ATL schneller auf, d. h. beim Kaltstart geht weniger Wärme in das ATL-Gehäuse und mehr Wärme wird zum Katalysator gebracht, was einer schnellen Funktion des Katalysators zum Vorteil gereicht.

[0012] Dadurch daß der ATL nahe am Zylinderkopf angebracht ist, geht nur wenig Wärme an den Abgaskrümmern oder sonstige Rohre und an die Umgebung verloren. Nach Passieren der beiden ATL strömt das Abgas durch eine Sammelleitung in einen dritten gemeinsamen ATL, der größer

ausgeführt ist als die beiden ersten ATL. Der dritte ATL sitzt im Bereich zwischen den beiden Zylinderreihen und wird von beiden Zylinderreihen mit Abgas beaufschlagt. Aufgrund seiner Größe fördert er Ladeluft jedoch erst bei höheren Drehzahlen und höherem Massendurchsatz der Turbine. Nach dem Passieren der Turbine des dritten ATL strömt das Abgas zur Abgasnachbehandlung in Katalysatoren und Schalldämpfer.

[0013] Dadurch, daß die beiden ersten ATL im Verhältnis zur Motorgröße relativ klein ausgebildet sind, sprechen sie schon bei niedrigen Drehzahlen frühzeitig an und bieten ein gutes Verhalten beim Beschleunigen aus niedrigen Drehzahlen, d. h., sie weisen kein sogenanntes Turboloch auf.

[0014] Im unteren und mittleren Motordrehzahlbereich wird bei Erreichen des Soll-Ladedrucks die Kurzschlußleitung geöffnet und ein Teil des Abgasmassenstromes an den kleinen Turbinen vorbeigeleitet, um einen unzulässig hohen Ladedruck zu vermeiden.

[0015] Erst bei Höchstdrehzahlen, wenn auch der dritte ATL an seine Grenzen gelangt, wird eine Kurzschlußleitung zur Umgehung des ATL geöffnet und ein Teilstrom Abgases abgeblasen.

[0016] Die Steuerung der Regelorgane, d. h. das Öffnen und Schließen der Kurzschlußleitungen um die beiden kleineren ATL und den dritten großen ATL, erfolgt elektrisch und/oder pneumatisch abhängig vom Ladedruck in den Ladeluftleitungen, von der Motordrehzahl und vom Abgasdruck in den Abgasleitungen. D. h. die Drosselklappen oder Schieber werden elektrisch und/oder pneumatisch angetrieben.

[0017] Die Regelungskennlinie der Drosselklappen oder Schieber ist derart ausgeführt, daß ein weicher Übergang erfolgt, d. h. kein plötzliches Öffnen oder Schließen der Regelorgane.

[0018] Die Frischluft strömt nach Passieren des Luftfilters durch den Verdichter des dritten ATL und bei niedrigen Drehzahlen von dort zu den Verdichtern der beiden kleineren ATL an der Außenseite der Zylinderköpfe. Von den Verdichtern der beiden ATL strömt die Ladeluft zu einem oder mehreren Ladeluftkühlern und von dort zu den Ansaugeneinrichtungen der Brennkraftmaschine.

[0019] Falls bei höheren Drehzahlen die beiden Turbinen der ATL mittels einer Kurzschlußleitung umgangen werden, ist es vorteilhaft auch die Verdichter der beiden ATL mittels einer Kurzschlußleitung beziehungsweise Bypass zu umgehen, um einen unnötigen Druckverlust zu vermeiden.

[0020] Durch die Anordnung von zwei kleinen ATL und einem nachgeschalteten gemeinsamen großen ATL ist für jeden Drehzahl- und Lastbereich die richtige Turboladergröße wählbar. Ein Umschalten zwischen den Ladern – die beiden kleinen ATL bei niedrigen Drehzahlen, der große ATL bei großen Drehzahlen – geschieht mit einem weichen Übergang durch langsames Öffnen beziehungsweise Schließen der entsprechenden Regelorgane, die die Kurzschlußleitungen sowohl auf der Abgasseite als auch auf der Ansaugluftseite freigeben oder verschließen. Ein stoßfreier Übergang ist damit gewährleistet und der Fahrkomfort leidet nicht unter dem Umschalten. Durch die Wahl der richtigen Ladergröße für jeden Drehzahlbereich ist nicht nur die Leistungsabgabe des Motors verbessert, sondern der Kraftstoffverbrauch des Motors ist dabei zusätzlich verringert.

[0021] Die Erfindung ist im folgenden anhand von zwei Ausführungsbeispielen in der Zeichnung dargestellt und näher erläutert.

[0022] Es zeigen:

[0023] Fig. 1 eine Anordnung mehrerer Abgasturbolader an einer Brennkraftmaschine mit zwei Zylinderreihen und zwei Ladeluftkühlern.

[0024] Fig. 2 eine andere Anordnung mehrerer Abgasturbolader an einer Brennkraftmaschine mit zwei Zylinderreihen und einem Ladeluftkühler.

[0025] Eine Brennkraftmaschine ist gemäß Fig. 1 mit zwei Zylinderreihen 1, 2 ausgestattet, die V-förmig zueinander angeordnet sind. Zwischen den beiden Zylinderreihen 1, 2 liegen die Ansaugeinrichtungen der jeweiligen Zylinderreihen in Form je eines Luftsammlers 3, 4 und kurzer Saugrohre 5. Auf der Außenseite der Zylinderreihen 1, 2 sind die Abgaskrümmern 6, 7 direkt am nicht näher gezeigten Zylinderkopf angebracht.

[0026] Durch die Abgaskrümmern 6, 7 strömt das heiße Abgas zu den Turbinen 8, 9 der beiden kleinen Abgasturbolader (ATL) 10, 11, die direkt an der Außenseite der Zylinderreihen montiert sind. Stromab der beiden Turbinen 8, 9 führen Abgasleitungen 12, 13 zu einer Turbine 14 eines großen ATL 15, der in der Mitte zwischen den beiden Zylinderreihen 1, 2 angeordnet ist.

[0027] Die beiden ATL 10, 11 werden bei niedrigen Drehzahlen direkt vom Abgas der beiden jeweiligen Zylinderreihen 1, 2 beaufschlagt. Bei steigenden Drehzahlen der Brennkraftmaschine öffnet am Abgaskrümmern 6, 7 auf jeder Seite der Brennkraftmaschine ein Regelorgan 16, 17 und gibt eine Kurzschluss- oder Umgehungsleitung 18, 19 um den ATL 10, 11 frei.

[0028] Dadurch werden die ATL 10, 11 vor beziehungsweise bei Erreichen des Soll-Ladedruckes rechtzeitig abgesteuert, damit keine Schäden entstehen. Die Regelorgane 16, 17 sind als Drosselklappen ausgeführt, die elektrisch oder pneumatisch auf bekannte Weise angesteuert werden. Außer Drosselklappen sind auch Schieber oder sonstige Regelorgane möglich, wobei jedoch die Haltbarkeit und Funktion bei hohen Temperaturen, bei aggressiven Medien und bei Partikeln im Abgas erhöhte Anforderungen an die Regelorgane 16, 17 stellt.

[0029] Der Vorgang des Öffnens der Regelorgane 16, 17 erfolgt mit einem weichen Übergang, wenn der große ATL 15 bereits genügend Ladedruck aufbaut und die kleineren ATL 10, 11 nahe ihrer Abregelgrenze sind. Durch ein weiches Öffnen der Regelorgane 16, 17 ergibt sich ein Überlagern der Kennlinien aller ATL 10, 11, 15 und es entstehen beim Beschleunigen keine Sprünge oder starke Ungleichmäßigkeiten (z. B. ein sogenanntes Turboloch) im Zugkraftverlauf der Brennkraftmaschine.

[0030] Die Abgasströme der beiden ATL 10, 11 strömen zweiflüchtig oder bereits vorher vereint in die Turbine 14 des großen ATL 15. Vom Ausgang der Turbine 14 strömt das Abgas durch eine Abgasleitung 43 zur nicht gezeigten Abgasanlage (Katalysator, Schalldämpfer).

[0031] Sollte bei höchsten Drehzahlen und größter Last auch der große ATL 15 an seine Betriebsgrenze gelangen, ist für diesen Fall ein Regelorgan 20 vorgesehen, das eine Kurzschluss- oder Umgehungsleitung 21 zur Umgehung der Turbine 14 freigibt. Auch dieses Regelorgan 20 ist als Drosselklappe ausgeführt, das elektrisch oder pneumatisch auf bekannte Weise angesteuert wird. Außer einer Drosselklappe ist auch ein Schieber oder sonstiges Regelorgan möglich, wobei jedoch die Haltbarkeit und Funktion bei hohen Temperaturen, bei aggressiven Medien und bei Partikeln im Abgas erhöhte Anforderungen an das Regelorgan 20 stellt.

[0032] Auf der Luftseite strömt die Ansaugluft zuerst durch einen Luftfilter 22 und von dort zu einem Verdichter 23 des großen ATL 15. Vom Austritt aus dem Verdichter 23 strömt die Ladeluft durch eine Ladeluftleitung 24, die sich aufteilt, zu den Verdichtern 25, 26 der beiden kleineren ATL 10, 11. Aus den Verdichtern 25, 26 strömt die Ladeluft zu zwei Ladeluftkühlern 27, 28 und von dort gekühlt zu den

beiden Luftsammlern 3, 4 der jeweiligen Zylinderreihen 1, 2. Von den Luftsammlern 3, 4 strömt die Ladeluft in die nicht gezeigten Zylinderköpfe.

[0033] Bei niedrigen Drehzahlen fördert der Verdichter 23 des ATL 15 noch keine großen Ladeluftmassen. Nichtsdestotrotz wird er angetrieben und bildet kein großes Strömungshindernis zwischen dem Luftfilter 22 und den beiden Verdichtern 25, 26.

[0034] Falls mit steigender Drehzahl der Verdichter 23 des ATL 15 mehr Luft fördert und die beiden ATL 10, 11 mittels der Regelorgane 16, 17 auf der Abgasseite abgekoppelt werden, werden auf der Luftseite der ATL 10, 11 die Verdichter 25, 26 umgangen, indem mittels jeweils eines weiteren Regelorgans 29, 30 Kurzschluss- oder Umgehungsleitungen 31, 32 geöffnet werden. Dadurch sind die Verdichter 25, 26 keine Strömungshindernisse im Ladeluftstrom. Die beiden ATL 10, 11 können durch das Öffnen der Regelorgane 16, 17 nicht vollständig umgangen werden. Ein kleiner Restmassenstrom gelangt über die Turbinen und hält die ATL 10, 11 auf einer (Leerlauf-)Drehzahl, um ein schnelleres Hochbeschleunigen der ATL im Betrieb zu ermöglichen.

[0035] Die Regelorgane 29, 30 sind als Drosselklappen ausgeführt, die elektrisch oder pneumatisch auf bekannte Weise angesteuert werden. Außer Drosselklappen sind auch Schieber oder sonstige Regelorgane möglich.

[0036] Um bei Bedarf die beiden Luftsammler 3, 4 luftseitig verbinden zu können, ist zwischen ihnen ein weiteres Regelorgan 33, zum Beispiel eine Drosselklappe, vorgesehen. Dadurch können bei niedrigen Drehzahlen die Zylinderreihen 1, 2 der Brennkraftmaschine getrennt betrieben werden, um die die Gasdynamik im Saugrohr 5 auszunutzen. Bei hohen Drehzahlen, wenn ausreichend Ladedruck vorhanden ist, werden die beiden Luftsammler 3, 4 verbunden.

[0037] Ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel ist in Fig. 2 dargestellt, bei dem alle gleichen oder gleichwirkenden Teile mit denselben Bezugszeichen der Fig. 1 dargestellt sind.

[0038] Da die Teile und Funktionen auf der Abgasseite der Abgasturboladeranordnung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 2 denen der Fig. 1 entsprechen, wird auf eine Beschreibung verzichtet.

[0039] Auf der Luftseite strömt die Ansaugluft zuerst durch einen Luftfilter 22, und von dort zu einem Verdichter 23 des großen ATL 15. Vom Austritt aus dem Verdichter 23 strömt die Ladeluft durch eine Ladeluftleitung 24 zu einer Verzweigungsstelle 34. An dieser Verzweigungsstelle 34 gehen drei Ladeluftleitungen ab, zwei Ladeluftleitungen 35, 36 zu den Verdichtern 25, 26 der beiden ATL 10, 11 und eine Ladeluftleitung 37 zu einem Regelorgan 38, das zum Beispiel eine elektrisch oder pneumatisch angesteuerte Drosselklappe ist.

[0040] Die Ladeluftleitungen 39, 40 von den Verdichtern 25, 26 vereinigen sich zusammen mit der Ladeluftleitung 41, die vom Regelorgan 38 herkommt. Von da ab strömt die Ladeluft zusammen zum Ladeluftkühler 42 und von dort zu den beiden Luftsammlern 3, 4 der jeweiligen Zylinderreihen 1, 2. Von den Luftsammlern 3, 4 strömt die Ladeluft in die nicht gezeigten Zylinderköpfe.

[0041] Falls mit steigender Drehzahl der Verdichter 23 des ATL 15 mehr Luft fördert und die beiden ATL 10, 11 mittels des Regelorgans 16, 17 auf der Abgasseite abgekoppelt werden, werden auf der Luftseite der ATL 10, 11 die Verdichter 25, 26 umgangen, indem mittels des Regelorgans 38 die Ladeluftleitungen 37, 41 geöffnet werden. Dadurch sind die Verdichter 25, 26 keine Strömungshindernisse im Ladeluftstrom.

[0042] Durch das Öffnen des Regelorgans 38 wird eine insgesamt kurze Leitung (Ladeluftleitung 37 und 41) freige-

geben, die einen wesentlich geringeren Strömungswiderstand aufweist als die Ladeluftleitungen 35, 36, 39, 40 und die beiden Verdichter 25, 26. D. h. mit einem Regelorgan 38 werden beide Verdichter 25, 26 gleichzeitig luftseitig stillgelegt, weil die Ladeluft den Weg des geringsten Widerstandes geht.

[0043] In einer weiteren nicht gezeigten Ausgestaltung ist es möglich die Verzweigungsstelle 34 der Ladeluftleitungen 35, 36, 37 oder die Vereinigung der Ladeluftleitungen 39, 40, 41 oder beide Leitungsknoten in das Regelorgan 38 zu integrieren, so daß die Ladeluftleitungen 37, 41 praktisch verschwinden, da sie nur noch zur Überbrückung einer Gehäusewandstärke des Regelorgans dienen.

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine, insbesondere mit V-förmig angeordneten Zylinderreihen, mit zumindest zwei parallel wirkenden Abgasturboladern jeweils mit Turbine und Verdichter **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Turbine (14) eines dritten Abgasturboladers (15) stromab der Turbinen (8, 9) der beiden Abgasturbolader (10, 11) angeordnet ist, wobei der dritte Abgasturbolader größer ausgeführt ist als die beiden Abgasturbolader und die beiden Abgasturbolader gemeinsam und der dritte Abgasturbolader jeweils bestimmten unterschiedlichen Lastbereichen zugeordnet sind.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß jeder Zylinderreihe (1, 2) ein Abgasturbolader der beiden Abgasturbolader (10, 11) zugeordnet ist.

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Abgasturbolader (15) im Bereich zwischen den beiden Zylinderreihen (1, 2) angeordnet ist.

4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, daß stromauf der Turbinen (8, 9) der beiden Abgasturbolader (10, 11) je eine Kurzschlußleitung (18, 19) mit je einem schaltbaren Regelorgan (16, 17) abzweigt und stromab der Turbinen in eine Verbindungsleitung zum dritten Abgasturbolader (15) einmündet.

5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, daß stromauf der Turbine (14) des dritten Abgasturboladers (15) eine Kurzschlußleitung (21) mit einem schaltbaren Regelorgan (20) abzweigt und stromab der Turbine in eine Abgasleitung (43) mündet.

6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5 mit einem Luftfilter dadurch gekennzeichnet, daß durch den Luftfilter (22) die Rohluft zu einer Eintrittseite des Verdichters (23) des dritten Abgasturboladers (15), von einer Austrittseite des Verdichters verzweigt zu den Eintrittsseiten der Verdichter (25, 26) der ersten beiden Abgasturbolader (10, 11) und von den Austrittsseiten der Verdichter über zugeordnete Ladeluftkühler (27, 28) zu Luftsammlern (3, 4) der Brennkraftmaschine strömt.

7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, daß stromauf der Verdichter (25, 26) der beiden Abgasturbolader (10, 11) mindestens eine Kurzschlußleitung (31, 32) mit einem schaltbaren Regelorgan (29, 30) abzweigt und stromab der Verdichter in eine zum Ladeluftkühler (27, 28) führende Verbindungsleitung mündet.

8. Brennkraftmaschine nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, daß stromab des Verdichters (23) des dritten Abgasturboladers (15) eine Ladeluftleitung (37) mit einem schaltbaren Regelorgan (38) abzweigt und in eine Ladeluftleitung (41) zum Ladeluftkühler (42)

mündet.

9. Brennkraftmaschine nach Anspruch 7 oder 8 dadurch gekennzeichnet, daß bei niedrigen Drehzahlen der Brennkraftmaschine alle Regelorgane (16, 17, 20, 29, 30, 33, 38) geschlossen sind.

10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9 dadurch gekennzeichnet, daß bei hohen Drehzahlen der Brennkraftmaschine die verdichterseitigen und die turbinenseitigen Kurzschlußleitungen (18, 19, 31, 32) an den beiden ersten Abgasturboladern (10, 11) mittels der Regelorgane (16, 17, 29, 30) geöffnet sind.

11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 10 dadurch gekennzeichnet, daß bei Höchstdrehzahlen der Brennkraftmaschine die Kurzschlußleitung (21) zur Umgehung der Turbine (14) des dritten Abgasturboladers (15) mittels des Regelorgans (20) geöffnet ist.

12. Brennkraftmaschine nach Anspruch 11 dadurch gekennzeichnet, daß beim Übergang von niedrigen zu hohen Drehzahlen der Brennkraftmaschine zuerst die Kurzschlußleitungen (18, 19, 31, 32) der beiden Abgasturbolader (10, 11) durch die Regelorgane (16, 17, 30) geöffnet sind.

13. Brennkraftmaschine nach Anspruch 12 dadurch gekennzeichnet, daß bei hohen Drehzahlen der Brennkraftmaschine die beiden Luftsammler (3, 4) durch das Öffnen eines Regelorgans (33) miteinander verbunden sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

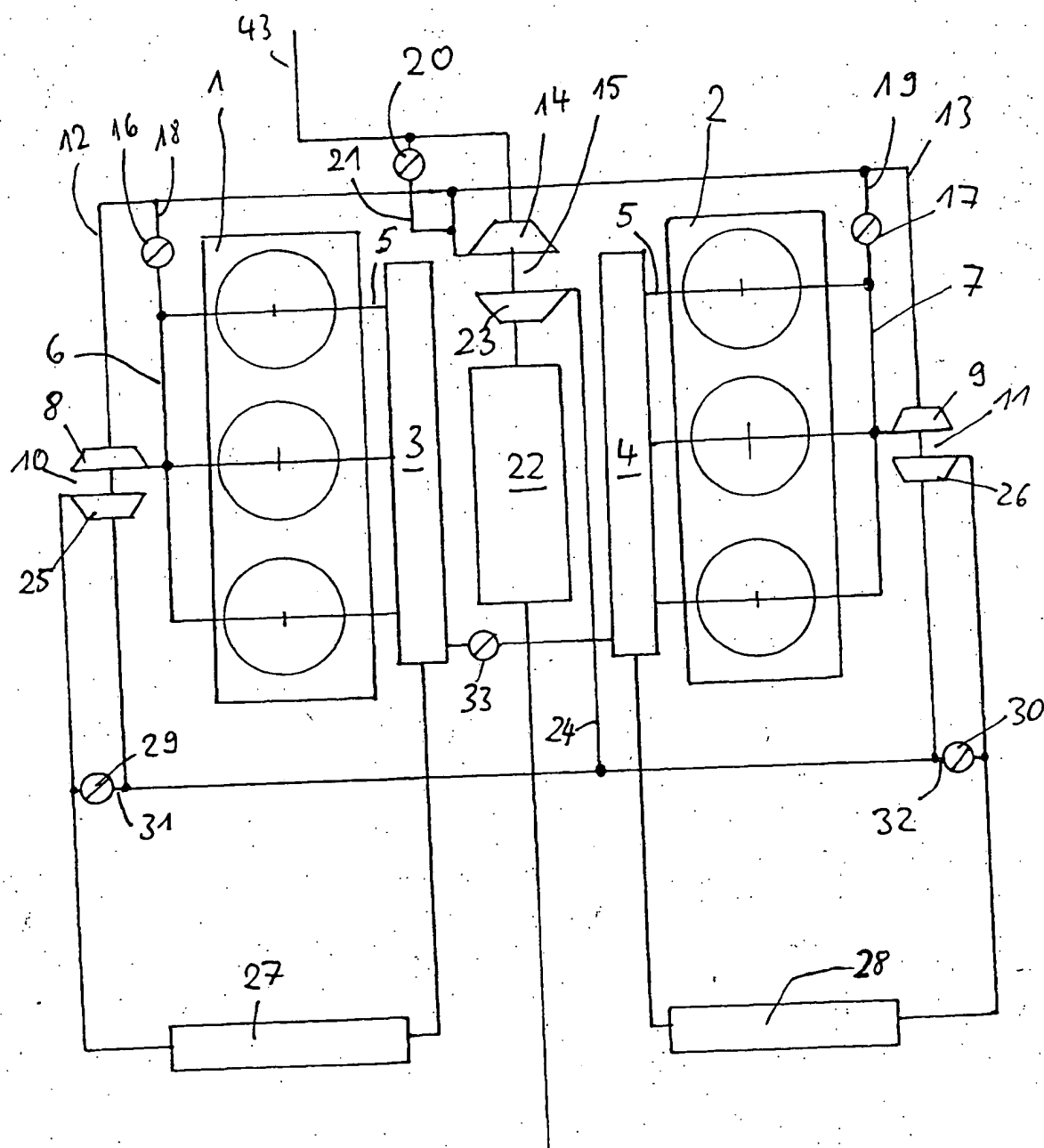


Fig. 1

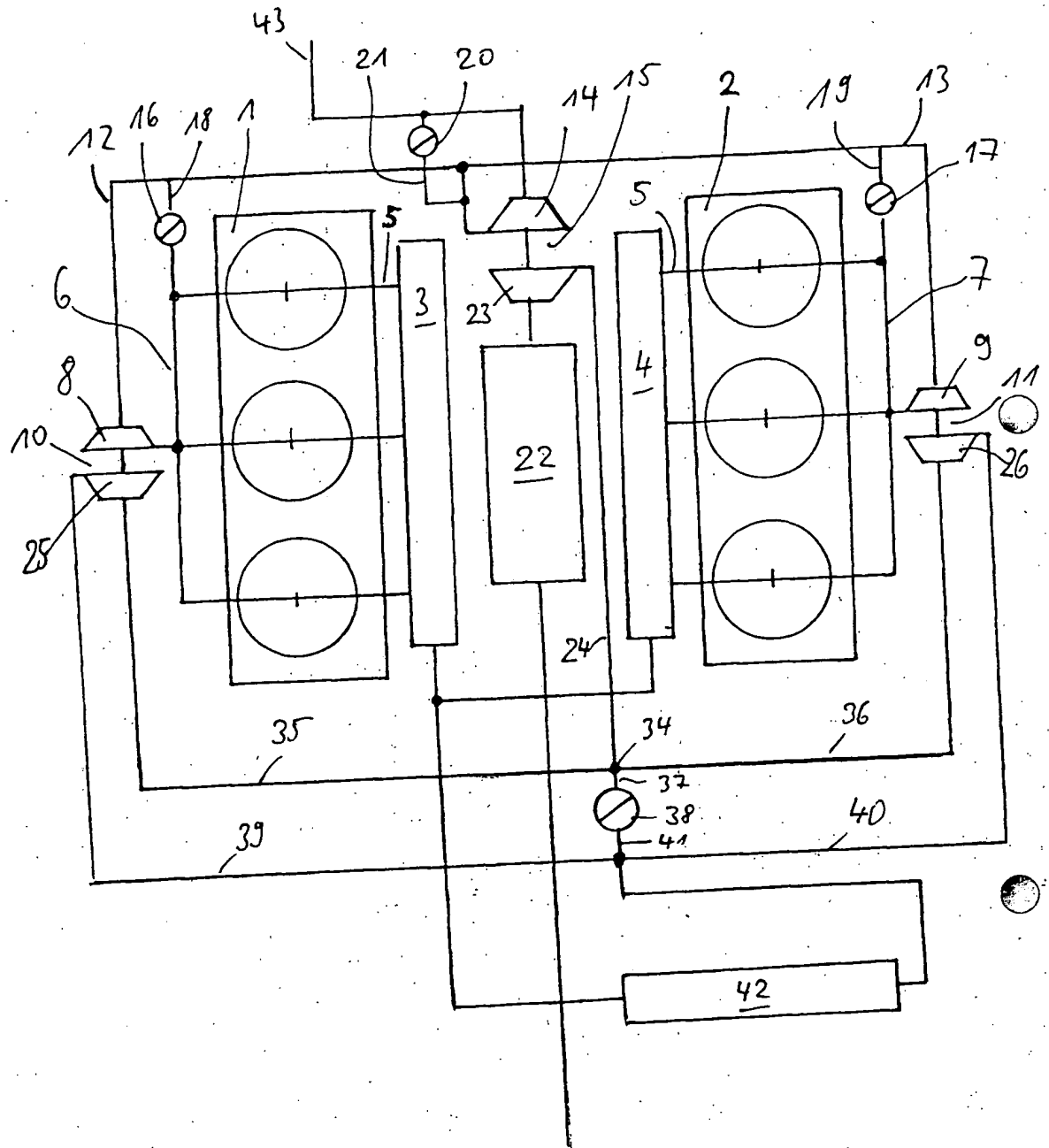


Fig. 2